

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
8 février 2001 (08.02.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/09680 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: G03F 1/14,  
G02B 5/08

Jean-Yves [FR/FR]; 8, place Louis Juvet, F-38100  
Grenoble (FR). ASPAR, Bernard [FR/FR]; 110, lot. le  
Hameau des Ayes, F-38140 Rives (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/02176

(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur  
Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international: 28 juillet 2000 (28.07.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(81) États désignés (*national*): JP, US.

(26) Langue de publication: français

(84) États désignés (*régional*): brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE).

(30) Données relatives à la priorité:  
99/09842 29 juillet 1999 (29.07.1999) FR

Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*): COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

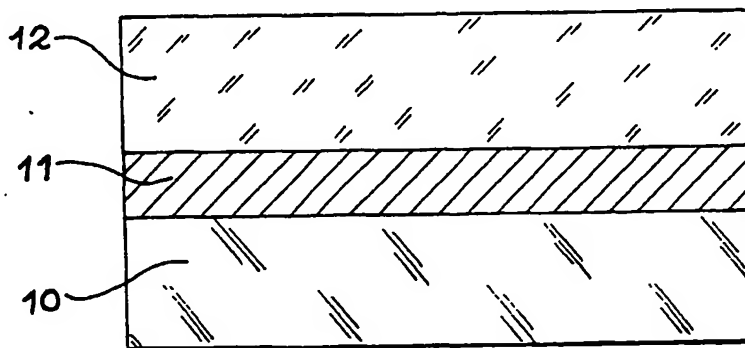
En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*): ROBIC,

(54) Title: STRUCTURE FOR REFLECTION LITHOGRAPHY MASK AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre: STRUCTURE POUR MASQUE DE LITHOGRAPHIE EN REFLEXION ET PROCEDE POUR SA REALISATION



(57) Abstract: The invention concerns a structure for a reflection lithography mask comprising a receiving support (12) whereon is fixed a reflector (11) comprising at least one layer, the reflector (11) being fixed to the receiving support (12) in reverse with respect to a manufacturing support (10) whereon it has previously been manufactured and which has been removed.

(57) Abrégé: L'invention concerne une structure pour masque de lithographie en réflexion comportant un support de réception (12) sur lequel est fixé un réflecteur (11) comprenant au moins une couche, le réflecteur (11) étant fixé au support de réception (12) de manière inversée par rapport à un support de fabrication (10) sur lequel il a été précédemment fabriqué et qui est ensuite éliminé.

**STRUCTURE POUR MASQUE DE LITHOGRAPHIE EN REFLEXION ET  
PROCEDE POUR SA REALISATION**

**5    Domaine technique**

La présente invention concerne une structure pour masque de lithographie en réflexion, en particulier pour la lithographie extrême ultra-violet (EUV). Un tel masque est utilisable notamment pour la  
10 réalisation de circuits intégrés.

L'invention concerne aussi un procédé pour la réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion.

**15    Etat de la technique antérieure**

La lithographie ou photo-lithographie est le procédé qui permet de transférer l'image d'un masque dans une couche de résine photo-sensible déposée sur un  
20 échantillon. Cette étape d'insolation d'une résine au travers d'un masque, à l'aide d'une source de lumière et d'un système optique, est réalisée sur un équipement dénommé photo-masqueur. Après insolation, la résine est  
25 révélée permettant ainsi d'obtenir sur l'échantillon un masque de résine qui servira pour les étapes nécessaires à la réalisation de dispositif micro-électronique (masque à la gravure, masque au dépôt ou masque à l'implantation ionique).

30 Les progrès de la lithographie optique ont été le facteur-clé de la croissance de l'industrie des circuits intégrés (CI) toutes ces dernières années, le principal vecteur d'amélioration étant l'utilisation d'une longueur d'onde de plus en plus courte pour  
35 l'insolation des résines. Ainsi, la lithographie est

passée de 365 nm à 248 nm et aujourd'hui 193 nm, la diminution de la longueur d'onde permettant de réduire les dimensions critiques des CI jusqu'à atteindre des dimensions de l'ordre du dixième de  $\mu\text{m}$ . Ces progrès techniques et la disponibilité, à temps, des équipements de production pour la photo-lithographie, des masques et des résines ont permis, depuis 30 ans, à l'industrie de la micro-électronique de poursuivre sa croissance conformément à la loi de Moore.

Cependant, la poursuite de la miniaturisation des circuits intégrés avec des motifs sub-0,1  $\mu\text{m}$  nécessite une nouvelle approche technologique en rupture avec la lithographie optique. En effet, les matériaux réfractifs couramment utilisés pour la lithographie optique deviennent trop absorbants pour les longueurs d'onde inférieures à 190 nm. Différentes solutions regroupées sous le nom de nouvelle génération lithographie (New Generation Lithography en anglais ou NGL) ont été proposées. L'enjeu est capital pour l'industrie des semi-conducteurs.

Parmi les NGL, la Lithographie Extrême Ultra-Violet (EUV) utilisant des longueurs d'onde comprises entre 10 et 14 nm (rayonnement X mou) est une des voies les plus prometteuses. A ces courtes longueurs d'onde, une résolution inférieure à 0,1  $\mu\text{m}$  peut être obtenue, tout en gardant une ouverture numérique faible et une profondeur de champ supérieure à 1  $\mu\text{m}$ . Cette technologie peut satisfaire plusieurs générations technologiques sub-0,1  $\mu\text{m}$  jusqu'à la génération 256 Gbit prévue en production en 2012 par la Semiconductor Industry Association (SIA). La lithographie EUV est la solution choisie en priorité par l'association internationale des industries des semi-conducteurs (International Sematech). Des travaux

importants sont en cours à ce sujet aux Etats-Unis, au Japon et en Europe.

Les défis technologiques posés par la mise en œuvre d'une lithographie dans l'extrême ultra-violet concernent particulièrement cinq aspects : la source de rayonnement EUV, l'optique de projection du photo-masqueur, les masques, les procédés résine et la métrologie associée au développement des optiques et des masques.

Contrairement aux masques actuels de lithographie optique (masques en transmission réalisés par un dépôt de chrome sur un support en quartz) un masque pour la lithographie EUV est un masque en réflexion et non plus en transmission.

La figure 1 est une vue en coupe transversale d'un masque EUV selon l'art connu. Ce masque se compose d'un substrat 1 sur lequel est déposé un revêtement réflecteur 2 qui est à son tour recouvert d'une couche absorbante 3. Le motif à projeter sur la résine à insoler est formé sur le masque par gravure de la couche absorbante 3. Ainsi, seules les zones gravées 4 seront réfléchissantes et viendront s'inscrire lors de la projection lithographique comme indiqué par les flèches sur la figure 1.

Le substrat 1 peut être une plaquette de silicium de 200 mm de diamètre. D'autres substrats peuvent être envisagés afin de tenir compte des problèmes de stabilité sous flux lumineux, par exemple un verre à faible coefficient de dilatation.

Le réflecteur 2 est constitué d'un empilement de multicouches. Un grand facteur de réflexion est obtenu à l'aide d'une structure interférentielle de multicouches et par le bon choix des matériaux constituant les multicouches. Le molybdène et le silicium offrent de bonnes performances

à la longueur d'onde de 13 nm et des facteurs de réflexion supérieures à 65% peuvent être obtenus avec environ une quarantaine de multicouches, chaque multicouche étant formée d'une couche de molybdène et d'une couche de silicium. D'autres couches de matériaux sont envisageables comme par exemple Mo/Be ou encore Ru/Be.

La couche absorbante 3 doit être absorbante dans la gamme spectrale de l'EUV, notamment autour de 13 nm. Les matériaux utilisables pour la constituer sont nombreux. Les matériaux utilisés en micro-électronique (comme Ti, Ta, TaSi, TiW, W, Cr, TiN, Al) sont préférés. Pour une optique ayant un facteur de réduction de 4, la taille du motif gravé dans la couche absorbante sera quatre fois plus grande que le motif insolé sur le circuit. On parle de réticule à l'échelle 4X.

Pour tenir les spécifications liées à l'étape d'insolation, c'est-à-dire imprimer sur la résine insolée un motif de bonne définition géométrique, conservant les dimensions souhaitées sur toute la zone insolée et sans défauts, la réalisation du masque doit répondre à certaines conditions. Le masque doit posséder une excellente planéité, avec typiquement des valeurs de déformation inférieures à 0,4  $\mu\text{m}$  pour un diamètre de 200 mm. Son coefficient de réflexion doit être suffisant pour garantir la dose de rayonnement EUV nécessaire à l'insolation, soit un coefficient de réflexion supérieur à 60%. La couche absorbante doit être réalisée (dépôt et gravure) conformément à la géométrie souhaitée. Le taux de défauts en surface du masque doit être extrêmement faible, de l'ordre de quelques  $10^{-3}$  défauts/cm<sup>2</sup>, pour des défauts de dimensions égales ou supérieures à 50 nm environ. Le multicouche et la couche absorbante qui

constituent le masque sont situés au plan objet du système optique. En conséquence, toute variation significative de phase ou d'amplitude du champ réfléchi par le masque peut potentiellement être répliqué par le procédé de lithographie et peut ainsi imprimer un défaut rédhibitoire dans la résine. S'il existe des procédés pour réparer les défauts de la couche absorbante, il n'existe pas de solution satisfaisante pour réparer les défauts dans le multicouche réflecteur. Cette dernière condition reste le problème majeur pour la maîtrise de la réalisation des masques. Les meilleurs résultats obtenus sont de quelques  $10^{-2}$  défauts/cm<sup>2</sup>.

Les spécifications des masques, en terme de contrôle de forme et de défauts, impliquent la maîtrise technologique de toutes les étapes de réalisation de celui-ci. L'élaboration des masques se fait en deux grandes étapes :

- la réalisation du substrat réflecteur multicouche appelé "mask blank" dans la littérature spécialisée anglo-saxonne,

- la réalisation du réticule (appelé "mask patterning" en anglais), c'est-à-dire la réalisation de la couche absorbante gravée sur le substrat réflecteur multicouche.

Plusieurs approches ont été proposées pour la réalisation des masques : un procédé par gravure directe de la couche absorbante, un procédé par lift-off (voir l'article de H. KINOSHITA et al., "Mask technology of extreme ultraviolet lithography", SPIE vol. 3412, 358-368) et un procédé de type damascène.

Le procédé par gravure directe de la couche absorbante comprend les étapes de base suivantes :

- dépôt du multicouche réflecteur sur un substrat,

- dépôts éventuels de couches de protection et/ou tampon (couches intermédiaires),

- dépôt de la couche absorbante par un procédé similaire à celui du dépôt d'une couche métallique en micro-électronique,

- étape de lithographie (étalement d'une résine, insolation, développement) pour délimiter les zones à graver,

- gravure sélective de la couche absorbante, des couches intermédiaires pouvant être nécessaires entre la couche absorbante et le multicouche réflecteur pour permettre la gravure sélective et protéger le multicouche,

- élimination partielle ou totale par gravure des couches intermédiaires, en fonction de la nature desdites couches et de leur transparence à la longueur d'onde utilisée, dans les zones gravées de la couche absorbante.

Le procédé de type damascène comprend les étapes suivantes :

- dépôt du multicouche récepteur sur un substrat,

- dépôt et gravure d'une autre couche,

- dépôt de la couche absorbante et élimination de ladite couche au-dessus des motifs non gravés de la couche précédente.

La difficulté majeure des procédés actuels réside dans la présence de défauts à la surface du multicouche réflecteur dont la dimension est supérieure à une dimension critique. Ces défauts trouvent leurs origines :

- dans des défauts de croissance liés à des défauts ou des imperfections du support (substrat),

- dans des défauts générés au cours de l'élaboration de l'empilement multicouches (pollution

par des particules au cours du dépôt ou des défauts de croissance à chaque interface du multicouche).

Les défauts des couches minces, et des multicouches a fortiori, peuvent être générés par de très petits défauts. La dimension des défauts croît, par effet d'ombrage, avec l'épaisseur de dépôt les recouvrant à mesure de l'élaboration du multicouche. Initiés sur des défauts de dimension non critique, les défauts peuvent en surface dépasser la dimension critique. La dimension critique va dépendre de l'application.

La figure 2 est une vue en coupe transversale d'un substrat 5 recouvert d'une succession de couches destinées à constituer le multicouche réflecteur 6 d'un masque selon l'art connu. Les références 7 et 8 représentent des défauts initialement de dimensions non critiques et qui se sont développés jusqu'à dépasser la dimension critique.

## 20 Exposé de l'invention

Pour remédier à ce problème de l'art antérieur, il est proposé selon la présente invention d'inverser la structure du multicouche de sorte que la première couche du multicouche (celle réalisée en premier lors de son élaboration) soit celle positionnée en face avant (face éclairée) dans la structure finale du masque et non le contraire comme dans les structures de l'art connu. L'avantage de cette solution est que les défauts apparents en surface de la structure finale du masque seront plus petits et moins nombreux. La perturbation par les défauts de l'onde réfléchie va être réduite. Et ceci du fait que, dans un système réflecteur de multicouches interférentielles, la contribution à la réflexion totale des différentes



ondes réfléchies par chaque interface du multicouche décroît à mesure que l'interface considérée est située loin de la surface.

Un premier objet de l'invention est  
5 constitué par une structure pour masque de lithographie en réflexion comportant un support de réception sur lequel est fixé un réflecteur comprenant au moins une couche, le réflecteur étant fixé au support de  
10 réception de manière inversée par rapport à un support de fabrication sur lequel il a été précédemment fabriqué.

De préférence, le réflecteur est un multicouche, par exemple formé d'une alternance de couches de molybdène et de silicium. D'autres matériaux  
15 de l'art antérieur peuvent bien sûr être utilisés.

Le réflecteur peut être fixé au support de réception par l'intermédiaire d'une couche d'adhérence.

Si le réflecteur a été fabriqué sur un support de fabrication recouvert d'une couche  
20 absorbante pour la longueur d'onde de la source de rayonnement de lithographie utilisé, le réflecteur et la couche absorbante peuvent être fixés au support de réception de manière inversée par rapport au support de fabrication. Eventuellement, la couche absorbante  
25 recouvrant le support de fabrication est une couche gravée selon un motif de masque désiré.

Ainsi, les motifs de la couche absorbante de la structure pour masque selon l'invention peuvent être réalisés selon les procédés directs ou de type  
30 damascène définis précédemment. Ces motifs peuvent être réalisés soit avant la formation du réflecteur sur le support de fabrication comme indiqué ci-dessus, soit après la formation du réflecteur et son transfert sur le support de réception.

Le support de réception peut être un substrat de silice vitreuse ou d'un autre matériau à faible coefficient de dilatation.

Un deuxième objet de l'invention est  
5 constitué par un procédé de réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- réalisation d'un réflecteur sur un support de fabrication,
- 10 - fixation d'un support de réception sur le réflecteur,
- élimination au moins partielle du support de fabrication.

Le réflecteur peut être réalisé sous forme  
15 d'un multicouche.

Le procédé peut comprendre une étape préliminaire de formation d'une couche absorbante, pour la longueur d'onde de la source de rayonnement de lithographie utilisé, sur le support de fabrication  
20 avant la réalisation du réflecteur.

La fixation du support de réception sur le réflecteur peut se faire par adhésion moléculaire. Avantageusement, une couche d'adhérence est utilisée pour fixer le support de réception sur le réflecteur.

25 Selon une variante de mise en œuvre, l'élimination du support de fabrication s'effectue par amincissement mécanique et/ou mécano-chimique et/ou chimique. Eventuellement, le support de fabrication étant pourvu, côté réflecteur, d'une couche d'arrêt, l'amincissement s'effectue jusqu'au contact avec la  
30 couche d'arrêt. L'élimination du support de fabrication utilisant l'amincissement mécanique, celui-ci peut être arrêté avant élimination complète du support de fabrication, l'élimination étant poursuivie ensuite par  
35 voie chimique.

Selon une autre variante de mise en œuvre, le support de fabrication comportant, côté réflecteur, une couche sacrificielle, l'élimination du support de fabrication se fait par gravure sélective de la couche sacrificielle.

Selon encore une autre variante de mise en œuvre, le support de fabrication est un substrat dont une face, destinée à être située côté réflecteur, a été implantée par des espèces gazeuses afin de former une couche de microcavités dans le substrat et à proximité de la face implantée, l'élimination du support de fabrication comprenant l'application d'un recuit et/ou de force mécanique pour obtenir le clivage du substrat de fabrication le long de la couche de microcavités. Il subsiste alors un film mince. La couche d'arrêt ou le film mince peuvent être ensuite éliminés totalement ou partiellement suivant les variantes de l'invention, c'est-à-dire totalement dans le cas où le transfert sur le support de réception se fait avec les motifs absorbants et totalement ou partiellement dans le cas où les motifs absorbants sont réalisés après transfert de la couche de réflexion.

#### Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un masque EUV selon l'art connu,
- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'une structure pour masque de

lithographie en réflexion selon l'art connu où des défauts sont mis en évidence,

5 - les figures 3A à 3C illustrent, dans son principe, le procédé de réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion selon l'invention,

10 - les figures 4A à 4C illustrent une première variante du procédé de réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion selon l'invention,

- les figures 5A à 5H illustrent une deuxième variante du procédé de réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion selon l'invention.

15 **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention**

20 Le principe du procédé de réalisation selon l'invention d'une structure pour masque de lithographie en réflexion est présentée aux figures 3A à 3C.

25 La figure 3A montre, en coupe transversale, un support de fabrication 10 recouvert sur l'une de ses faces principales par un réflecteur 11 constitué d'une ou de plusieurs couches. Le réflecteur présente une face libre sur laquelle est fixé un support de réception 12 (voir la figure 3B). Après élimination du support de fabrication, comme le montre la figure 3C, on obtient un support de réception 12  
30 auquel est fixé le réflecteur 11.

35 En fonction de sa constitution, le support de fabrication peut être éliminé de plusieurs manières différentes. Si ce support est monolithique, il peut être éliminé par abrasion ou par polissage mécano-chimique. Si ce support comporte, côté réflecteur, une

couche sacrificielle apte à être gravée sélectivement par rapport aux autres éléments de l'assemblage représenté à la figure 3B, cette couche sacrificielle peut être gravée sélectivement pour récupérer le reste  
5 du support de fabrication. Si le support de fabrication comporte une zone de clivage obtenue par implantation ionique selon l'enseignement du document FR-A-2 681 472, un traitement thermique adapté et/ou l'utilisation de force mécanique permet la séparation  
10 de la majeure partie du support de fabrication, le film mince subsistant sur le réflecteur pouvant être ensuite enlevé, totalement ou partiellement, ou conservé.

Les figures 4A à 4C sont des vues en coupe transversale qui illustrent une première variante du  
15 procédé selon l'invention.

La figure 4A montre un support de fabrication 20 par exemple en silicium, d'épaisseur 500  $\mu\text{m}$  environ. Il s'agit d'une plaquette utilisée couramment en micro-électronique et qui reçoit un  
20 nettoyage standard. Une couche 21 de  $\text{SiO}_2$  thermique de 200 nm d'épaisseur est fabriquée à la surface du support 20. Cette couche 21 sert de couche d'arrêt. Elle est particulièrement utile si un amincissement mécanique ou mécano-chimique est utilisé par la suite pour éliminer  
25 le support de fabrication.

On procède ensuite au dépôt du réflecteur 22 sur la couche d'arrêt 21. Le réflecteur 22 est par exemple constitué de 40 paires de couches Mo/Si en commençant et en finissant par une couche de silicium.

Il peut être avantageux de déposer alors  
30 une couche d'adhérence 23 sur l'empilement. Cette couche d'adhérence 23 est par exemple une couche de  $\text{SiO}_2$  de type TEOS.

Comme cela est visible sur la figure 4B, un  
35 support de réception 24 est collé sur la face libre de

la couche d'adhérence 23. Le support de réception 24 peut être un substrat de silice vitreuse ultra-pure à rugosité inférieure à 0,5 nm RMS (valeur quadratique moyenne). Avant le collage, un nettoyage du type hydrophile est par exemple effectué, le collage étant obtenu par adhésion moléculaire. Les forces de collage sont suffisantes dès la température ambiante. Cependant, il est avantageux d'effectuer un recuit à 150°C pendant 4 heures, ce recuit devant être compatible avec le réflecteur. L'énergie de collage après ce traitement et une bonne préparation hydrophile de la surface est de 400 mJ/m<sup>2</sup>. Cette énergie de collage est compatible notamment avec une élimination du support de fabrication par amincissement mécanique ou mécano-chimique.

Le support de fabrication 20 est ensuite éliminé, par exemple par amincissement mécanique ou mécano-chimique avec arrêt sur la couche d'arrêt 21. Dans le cas de l'amincissement mécanique, il est préférable d'arrêter l'opération d'amincissement avant élimination complète du support de fabrication et de terminer par un amincissement chimique. Pour un support de fabrication en silicium, l'amincissement chimique peut être obtenu en utilisant de l'hydroxyde de tétraméthylammonium (TMAH) ou KOH. On obtient la structure représentée à la figure 4C.

La structure obtenue peut alors recevoir, sur la couche d'arrêt 21, une couche absorbante qui sera ensuite gravée, la couche d'arrêt 21 étant alors gravée selon les mêmes motifs. Selon une autre variante, la couche d'arrêt 21 est éliminée avant dépôt et gravure de la couche absorbante.

L'amincissement du support de fabrication peut également être réalisé en utilisant le procédé divulgué par le document FR-A-2 681 472. Dans ce cas,

la face du support de fabrication devant être située du côté du réflecteur subit au préalable une implantation ionique, par exemple selon une dose de  $1,5 \cdot 10^{17}$  H/cm<sup>2</sup> afin de créer une couche de microcavités à l'intérieur du support de fabrication et près de sa face implantée.

5 L'amincissement du support de fabrication pourra être ensuite obtenu par un recuit à 150°C pendant 4 heures suivi de l'application d'une force mécanique pour achever le clivage du support. L'intérêt de cette

10 technique est la possibilité de s'affranchir de la couche d'arrêt. Après le clivage, un polissage mécano-chimique permet éventuellement de retrouver une bonne rugosité de surface du film mince laissé sur la structure par le support de fabrication si on désire

15 conserver ce film mince. De la même façon que la couche d'arrêt, le film mince peut être conservé ou éliminé totalement ou partiellement.

Les figures 5A à 5H sont des vues en coupe transversale qui illustrent une deuxième variante du procédé selon l'invention.

20

La figure 5A montre un support de fabrication 30 recouvert d'une couche d'arrêt 31 qui peuvent être identiques aux éléments correspondants décrits dans le premier exemple de réalisation. Sur la

25 couche d'arrêt 31, on dépose une couche 32 de silicium polycristallin d'une épaisseur d'environ 200 nm et destinée à définir le motif de la couche absorbante.

Par des techniques connues de l'homme du métier, la couche 32 est gravée. La figure 5B montre des zones 33 gravées dans la couche 32 et révélant la

30 couche d'arrêt 31.

Comme le montre la figure 5C, une mince couche 34, qui est une autre couche d'arrêt en SiO<sub>2</sub>, est ensuite déposée. La couche d'arrêt 34 recouvre la

35 couche gravée 32 et les parties révélées de la couche

d'arrêt 31 en épousant la forme de la couche gravée 32. Une couche 35 de tungstène destinée à constituer la couche absorbante est ensuite déposée sur la couche d'arrêt 34 en épousant sa forme, c'est-à-dire que du tungstène se trouve dans les parties gravées de la couche 32.

Ensuite, on procède à un polissage mécano-chimique de la couche de tungstène 35 jusqu'à la couche d'arrêt 34 qui est ensuite éliminée au-dessus de la couche 32. Le résultat obtenu est visible sur la figure 5D.

On procède ensuite au dépôt du réflecteur 36 sur l'empilement obtenu précédemment (voir la figure 5E). Le réflecteur 36 est par exemple constitué de 40 paires de couches Mo/Si en commençant et en finissant par une couche de silicium.

Un support de réception 37 est ensuite collé sur le réflecteur 36. Le collage est avantageusement obtenu par adhésion moléculaire mais peut aussi être réalisé à partir d'une substance adhésive. Le support de réception peut être un substrat de silice vitreuse ultra-pure. Le résultat obtenu est visible sur la figure 5F.

Le support de fabrication est ensuite éliminé. Cette élimination peut être réalisée de la même manière que pour la première variante du procédé selon l'invention. Le résultat obtenu est visible sur la figure 5G.

L'élimination du support de fabrication révèle la couche d'arrêt 31 qui est ensuite éliminée comme pour la première variante du procédé selon l'invention. Cette élimination peut inclure la partie de la couche d'arrêt 34 encore présente sur la couche absorbante 35. La couche 32 restante peut alors être



éliminée ou conservée en fonction de ses propriétés optiques pour dégager le réflecteur 36.

La réalisation du multicouche réflecteur sur un support de fabrication qui n'est pas le support final procure un certain nombre d'avantages. Un premier  
5 avantage est de réaliser le multicouche sur un substrat de silicium dont on maîtrise bien les procédés de nettoyage. L'invention permet ensuite le transfert de la partie active du masque sur un support en verre à  
10 faible coefficient de dilatation, par exemple un verre de silice, en ZERODUR® commercialisé par Schott ou en ULE® commercialisé par Corning, ou encore en SiC. Le procédé de réalisation du multicouche mis au point sur un support ne nécessite pas d'adaptation si un autre  
15 support final est choisi pour le masque.

L'invention permet de réaliser la couche absorbante, et éventuellement de la graver, sur le support de fabrication sans contrainte technologique due à la présence du multicouche. Il n'y a par exemple  
20 pas de contrainte en température imposée par le multicouche dont les performances optiques sont détériorées au delà d'une température qui dépend du type d'empilement (pour un empilement Mo/Si, la température limite est de 200°C). L'invention procure  
25 aussi une plus grande latitude dans le choix des procédés pour réaliser la couche absorbante et sa gravure.

## REVENDICATIONS

1. Structure pour masque de lithographie en réflexion caractérisée en ce qu'elle comporte un support de réception (12,24,37) sur lequel est fixé un réflecteur (11,22,36) comprenant au moins une couche, le réflecteur étant fixé au support de réception de manière inversée par rapport à un support de fabrication (10,20,30) sur lequel il a été précédemment fabriqué.
2. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que le réflecteur (11,22,36) est un multicouche.
3. Structure selon la revendication 2, caractérisée en ce que le multicouche est formé d'une alternance de couches de molybdène et de silicium.
4. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que le réflecteur (22) est fixé au support de réception (24) par l'intermédiaire d'une couche d'adhérence (23).
5. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que le réflecteur (36) ayant été fabriqué sur un support de fabrication (30) recouvert d'une couche absorbante (32) pour la longueur d'onde de la source de rayonnement de lithographie utilisé, le réflecteur (36) et la couche absorbante (32) peuvent être fixés au support de réception (37) de manière inversée par rapport au support de fabrication (30).
6. Structure selon la revendication 5, caractérisée en ce que la couche absorbante (32) recouvrant le support de fabrication (30) est une couche gravée selon un motif de masque désiré.
7. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le support

de réception (12,24,37) est un substrat de faible coefficient de dilatation.

8. Procédé de réalisation d'une structure pour masque de lithographie en réflexion, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- réalisation d'un réflecteur (11,22,36) sur un support de fabrication (10,20,30),
- fixation d'un support de réception (12,24,37) sur le réflecteur,
- élimination au moins partielle du support de fabrication.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le réflecteur (11,22,36) est réalisé sous forme d'un multicouche.

10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préliminaire de formation d'une couche absorbante (32), pour la longueur d'onde de la source de rayonnement de lithographie utilisé, sur le support de fabrication (30) avant la réalisation du réflecteur (36).

11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la fixation du support de réception (12,24,37) sur le réflecteur (11,22,36) se fait par adhésion moléculaire

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'une couche d'adhérence (23) est utilisée pour fixer le support de réception (24) sur le réflecteur (22).

13. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'élimination du support de fabrication s'effectue par amincissement mécanique et/ou mécano-chimique et/ou chimique.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, le support de fabrication (30) étant pourvu, côté réflecteur (36), d'une couche

d'arrêt (31), l'amincissement s'effectue jusqu'au contact avec la couche d'arrêt.

15 5 15. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, l'élimination du support de fabrication utilisant l'amincissement mécanique, l'amincissement mécanique est arrêté avant élimination complète du support de fabrication, l'élimination étant poursuivie ensuite par voie chimique.

10 16. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le support de fabrication comportant, côté réflecteur, une couche sacrificielle, l'élimination du support de fabrication se fait par gravure sélective de la couche sacrificielle.

15 17. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le support de fabrication est un substrat dont une face, destinée à être située côté réflecteur, a été implantée par des espèces gazeuses afin de former une couche de microcavités dans le substrat et à proximité de la face implantée,  
20 l'élimination du support de fabrication comprenant l'application d'un recuit et/ou de force mécanique pour obtenir le clivage du substrat de fabrication le long de la couche de microcavités.

1 / 5

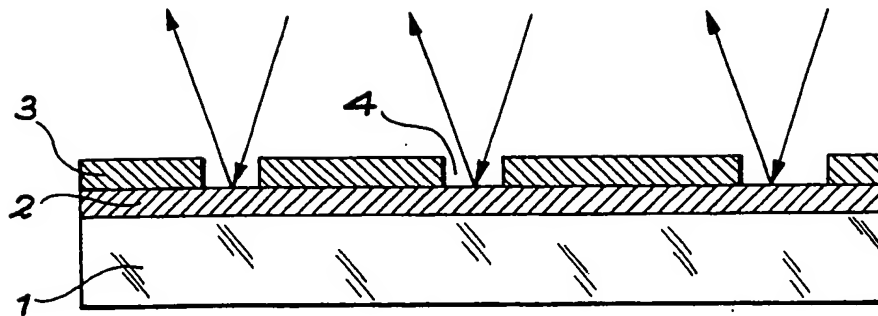


FIG. 1

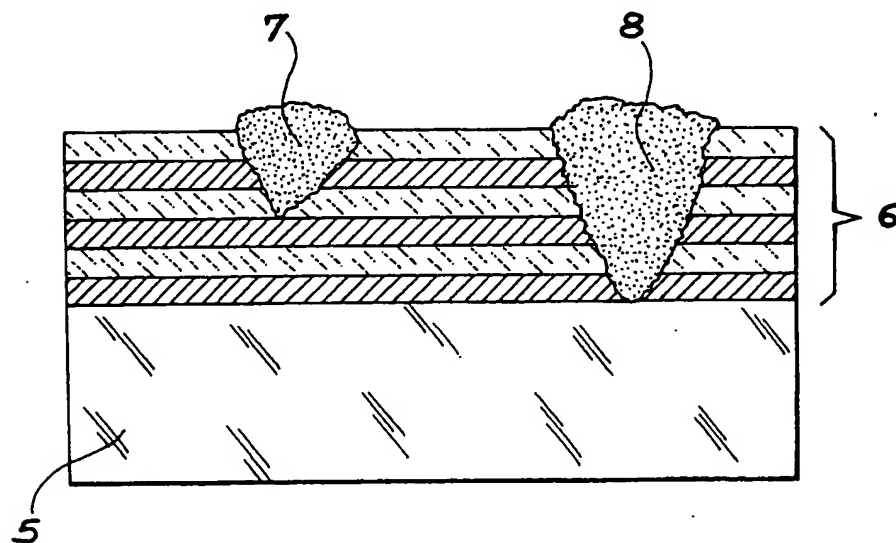


FIG. 2

2/5

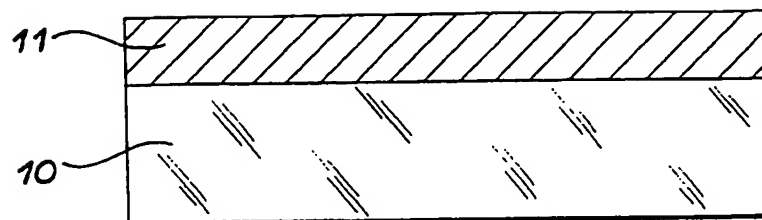


FIG. 3A

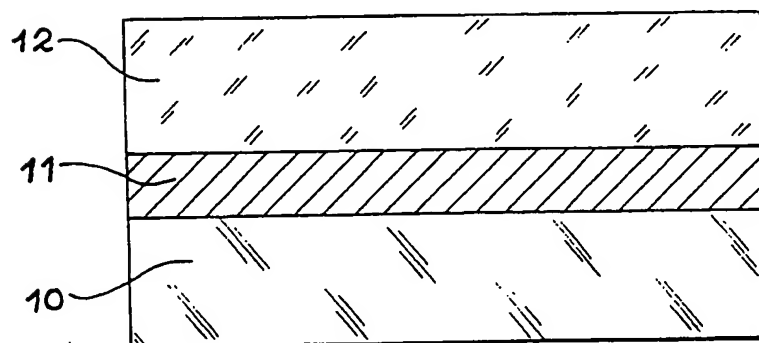


FIG. 3B

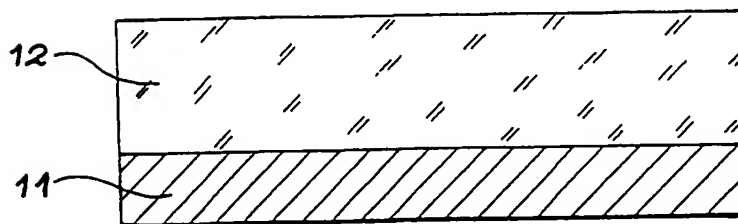


FIG. 3C

3/5

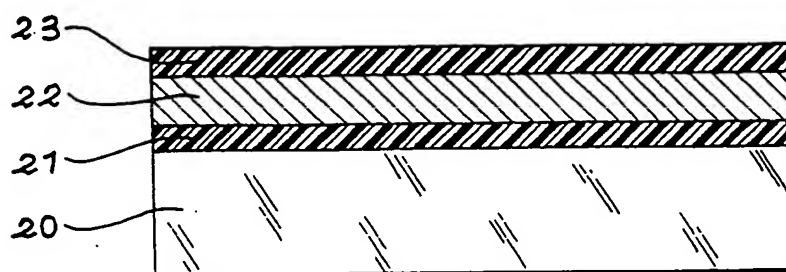


FIG. 4A

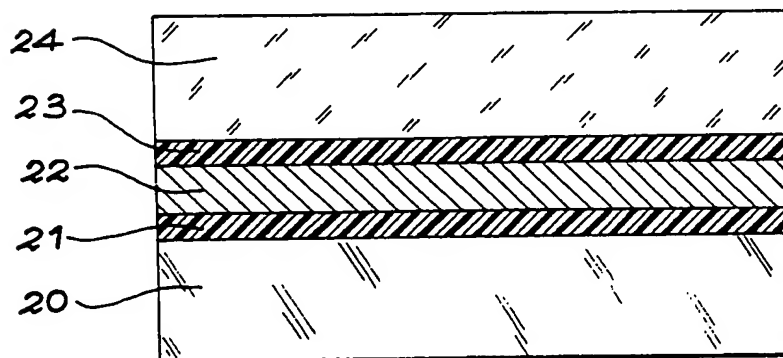


FIG. 4B

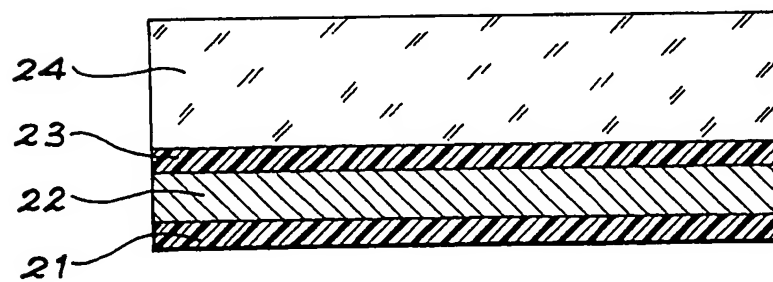


FIG. 4C

4/5

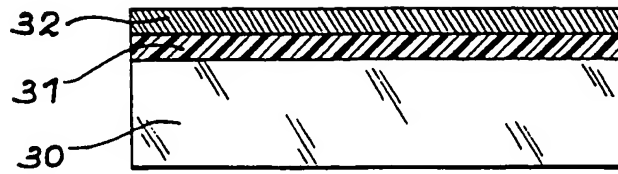


FIG. 5A

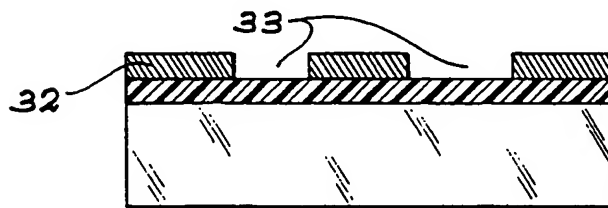


FIG. 5B

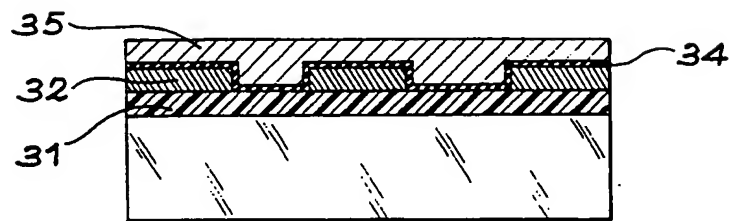


FIG. 5C

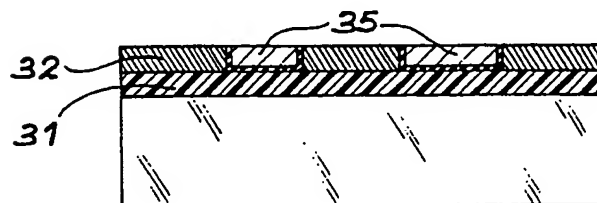


FIG. 5D

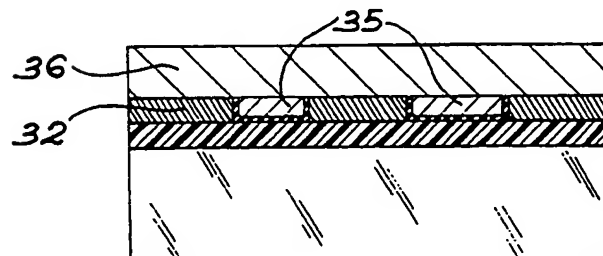


FIG. 5E



5 / 5

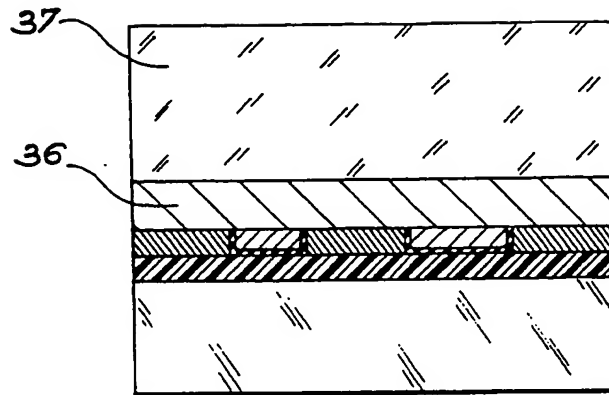


FIG. 5 F

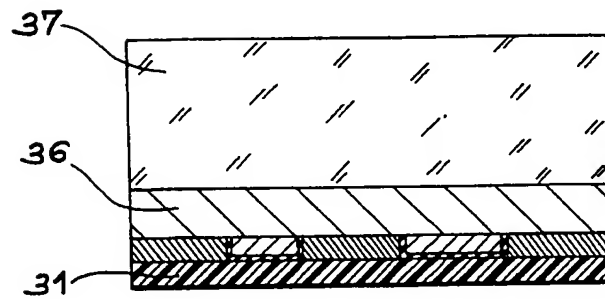


FIG. 5 G

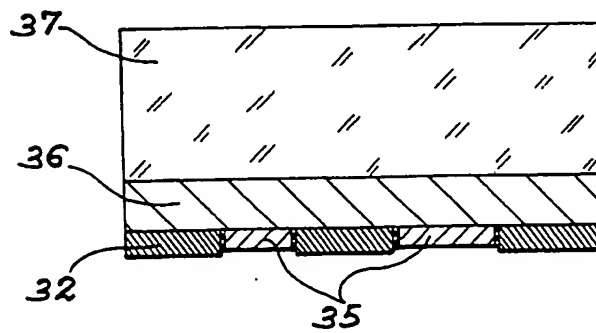


FIG. 5 H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 00/02176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G03F1/14 G02B5/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G03F G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, IBM-TDB, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PEI-YANG YAN ET AL: "EUV mask patterning approaches", EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES III, SANTA CLARA, CA, USA, 15-17 MARCH 1999, PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1999, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, PAGE(S) 309 - 313 XP002135877 ISSN: 0277-786X	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2000

Date of mailing of the international search report

24/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haenisch, U

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der. le internationale No  
PCT/FR 00/02176

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G03F1/14 G02B5/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G03F G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

INSPEC, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, IBM-TDB, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PEI-YANG YAN ET AL: "EUV mask patterning approaches", EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES III, SANTA CLARA, CA, USA, 15-17 MARCH 1999, PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1999, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, PAGE(S) 309 - 313 XP002135877 ISSN: 0277-786X	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☐ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/11/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Haenisch, U